

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of  
Inventor(s): OHTAKE et al.

Appln. No.:	Unassigned
Series Code    ↑	↑ Serial No.

Group Art Unit: Unassigned

Filed: April 24, 2001

Examiner: Unassigned

Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND METHOD  
OF MANUFACTURING THE SAME

Atty. Dkt. P 280253      T4SS-00S1406-1

M#

Client Ref

Date: April 24, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-122928	JAPAN	April 24, 2000

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
Intellectual Property Group

1100 New York Avenue, NW  
Ninth Floor  
Washington, DC 20005-3918  
Tel: (202) 861-3000  
Atty/Sec: gjp/mjb

By Atty: Glenn J. Perry

Reg. No. 28458

Sig: 

Fax: (202) 822-0944  
Tel: (202) 861-3070



日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2000年 4月24日

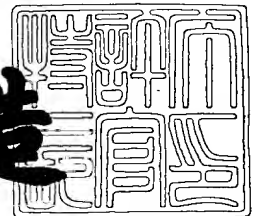
出願番号  
Application Number: 特願2000-122928

出願人  
Applicant(s): 株式会社東芝

2000年12月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3108102

【書類名】 特許願

【整理番号】 A009907701

【提出日】 平成12年 4月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/13

【発明の名称】 液晶表示素子およびその製造方法

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町 1 丁目 9 番 2 号 株式会社東芝深谷工場内

【氏名】 大竹 利也

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町 1 丁目 9 番 2 号 株式会社東芝深谷工場内

【氏名】 久武 雄三

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県深谷市幡羅町 1 丁目 9 番 2 号 株式会社東芝深谷工場内

【氏名】 大野 敦子

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光板と、位相差板と、液晶層と、特定の方向の円偏光の一部または全部を選択的に反射する選択反射層と、を備え、

表示面に垂直な方向の平均屈折率と表示面に平行な方向の平均屈折率との差に厚さを乗じた値を、上記偏光板と、上記位相差板と、上記液晶層と、上記選択反射層とについて合計した値の絶対値が、50nm以下であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

コレステリック液晶を1層もしくは複数層積層してなる反射層を備え、

上記反射層に隣接もしくは、1層以上の有機物からなる層を介して、正の屈折率異方性をもつ層が1層以上形成されていることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 3】

上記正の屈折率異方性をもつ層のうち少なくとも1層以上が、ディスコチック液晶で形成されていることを特徴とする請求項2記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

上記正の屈折率異方性をもつ層のうち少なくとも1層以上が、入射する光のうち、特定の偏光状態の光、または特定の波長領域の光、または特定の偏光状態にある特定の波長領域の光のみを選択的に反射する反射層を備えていることを特徴とする請求項2又は3に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

入射する光のうち、特定の偏光状態の光、または特定の波長領域の光、または特定の偏光状態にある特定の波長領域の光のみを選択的に反射する1層以上の反射層を備え、上記1層以上の反射層は、全体で正の屈折率異方性を示すことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 6】

透明な第1絶縁基板上にカイラル剤を添加したディスコチック液晶を垂直配向

させることにより正の屈折率異方性を有する反射層を 1 層以上形成する工程と、透明な第 2 絶縁基板を上記第 1 絶縁基板と対向配置する工程と、上記第 1 および第 2 絶縁基板間に液晶層を封入する工程と、を備えたことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項 7】

上記第 1 基板上に負の屈折率異方性を有する反射層を 1 層以上形成する工程を更に備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は液晶表示素子に関し、特に、反射型液晶表示素子および半透過型液晶表示素子、およびその製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、液晶表示素子はノートパソコン、モニター、カーナビゲーション、関数電卓、中小型 TV など様々な分野に應用されている。なかでも反射型液晶表示素子は、バックライトが不要であることから低消費電力、且つ薄型軽量といった利点を活かすべく、モバイルパソコン等の携帯機器用ディスプレイへの應用が検討されている。

【0 0 0 3】

しかしながら、従来の反射型液晶表示素子は、紙と同様に外光を利用して表示する構造であるため、使用する環境自体が暗いと表示画面も暗くなり用いることができなくなる。特に暗闇では全く利用することができない。

【0 0 0 4】

このような理由から、反射型液晶表示素子は、少しでも光の利用効率が高い方式の開発が望まれている。光の利用効率を高めるためには、偏光板や位相差板、カラーフィルタなどの最適化、あるいは偏光板やカラーフィルタを用いないゲストホストモードの採用、更には反射効率の高い反射層の開発などが有効である。

【0 0 0 5】

そのうち、反射効率の高い反射層として、コレステリック液晶を用いる方法が提案されている。コレステリック反射層は、反射層に入射する光のうち、特定方向の円偏光の光を反射するものである。反射する光の波長領域は、コレステリック液晶の螺旋ピッチによって変わるため、ピッチの異なるコレステリック液晶層を複数積層することで、所望の波長領域の光のみを反射させることができる。特に、6層以上積層することにより、可視光領域のほとんどを反射させることも可能となる。このようなコレステリック反射層は、通常用いられるAlなどの金属反射層に比較すると、光の吸収が少ないため光の利用効率が高い。

#### 【0006】

一方、前述した、暗闇では全く利用することができないという従来の反射型液晶表示素子の問題を解決するため、暗い環境では透過型液晶表示素子として利用できるように、反射層を半透過反射層、つまり、ハーフミラーとし、バックライトを具備した半透過型液晶表示素子も開発されている。また、反射層に画素ごとにピンホールを設け、画素ごとに配置したマイクロレンズを用いた半透過型液晶表示素子が検討されている。この液晶表示素子を反射型として用いる場合、通常の反射型液晶表示素子と比較して、ピンホール分しか、表示画面の明るさが低下しない。また、透過型として用いる場合、バックライトから出射された光をマイクロレンズにより集光し、ピンホールを通過させることにより、透過型液晶表示素子と同様の明るさの表示画面を得ることができる。

#### 【0007】

更に、上記のような半透過型液晶表示素子の反射層として、上述したコレステリック反射層を採用することにより、光の利用効率が高く、明るい環境でも暗い環境でも視認性の高い見易い液晶表示素子を実現することができる。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、一般に、液晶表示素子では、偏光板や位相差板、液晶層、反射層など、それぞれが異なる正または負の屈折率異方性を有した層を積層して構成されているため、表示素子を正面から見た場合と斜めから見た場合とで輝度や色度が異なり、視角が狭いと言われている。



【0 0 0 9】

このような問題は、上述のように外光およびバックライトの光を効率良く利用することが必要な、反射型液晶表示素子および半透過型液晶表示素子では、重要な課題となっている。特に、コレステリック反射層を使用した場合には、一般にコレステリック反射層が特異な屈折率異方性を持っているために、特異な視角特性を示すことが知られている。

【0 0 1 0】

本発明は、以上の点に鑑みなされたもので、その目的は、反射層の屈折率異方性を利用して、正面から見た場合も斜めから見た場合も、ほとんど変わらない表示特性が得られる液晶表示素子およびその製造方法を提供することにある。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明に係る液晶表示素子は、偏光板と、位相差板と、液晶層と、特定の方向の円偏光の一部または全部を選択的に反射する選択反射層と、を備え、

表示面に垂直な方向の屈折率の平均値と表示面に平行な方向の屈折率の平均値との差に厚さを乗じた値を、上記偏光板と、上記位相差板と、上記液晶層と、上記選択反射層とについて合計した値の絶対値が、50nm以下であることを特徴としている。

【0 0 1 2】

また、この発明に係る液晶表示素子は、コレステリック液晶を1層もしくは複数層積層してなる反射層を備え、上記反射層に隣接もしくは、1層以上の有機物からなる層を介して、正の屈折率異方性をもつ層が1層以上形成されていることを特徴としている。

【0 0 1 3】

上記液晶表示素子によれば、上記正の屈折率異方性をもつ層のうち少なくとも1層以上が、ディスコチック液晶で形成されていることを特徴としている。

また、上記液晶表示素子によれば、上記正の屈折率異方性をもつ層のうち少なくとも1層以上が、入射する光のうち、特定の偏光状態の光、または特定の波長

領域の光、または特定の偏光状態にある特定の波長領域の光のみを選択的に反射する反射層を備えていることを特徴としている。

## 【 0 0 1 4 】

更に、この発明に係る他の液晶表示素子は、入射する光のうち、特定の偏光状態の光、または特定の波長領域の光、または特定の偏光状態にある特定の波長領域の光のみを選択的に反射する 1 層以上の反射層を備え、上記 1 層以上の反射層は全体で正の屈折率異方性を示すことを特徴としている。

## 【 0 0 1 5 】

また、この発明に係る液晶表示素子の製造方法は、透明な第 1 絶縁基板上にカイラル剤を添加したディスコチック液晶を垂直配向させることにより正の屈折率異方性を有する反射層を 1 層以上形成する工程と、透明な第 2 絶縁基板を上記第 1 絶縁基板と対向配置する工程と、上記第 1 および第 2 絶縁基板間に液晶層を封入する工程と、を備えたことを特徴としている。

## 【 0 0 1 6 】

## 【発明の実施の形態】

以下図面を参照しながら、この発明の実施の形態に係る半透過型の液晶表示素子について詳細に説明する。

図 1 に示すように、液晶表示素子は、対向配置された下側ガラス基板 1 および上側ガラス基板 1 1 を備えている。下側ガラス基板 1 の外面上には、位相差板 2、偏光板 3 が順に設けられている。下側ガラス基板 1 の内面上には、負の屈折率異方性を示す第 1 選択反射層 4、オーバーコート層 5、正の屈折率異方性を示す第 2 選択反射層 6、光拡散層 7、および透明電極 8 が順に積層形成されている。

## 【 0 0 1 7 】

また、上側ガラス 1 1 の外面上には位相差板 1 2、偏光板 1 3 が順に設けられているとともに、内面上には、カラーフィルタ、画素電極を含む液晶駆動用回路 1 0 が設けられている。そして、これら下側ガラス基板 1 と上側ガラス基板 1 1 との間には液晶層 9 が封入されている。更に、下側ガラス基板 1 の外面と対向してバックライトユニット 1 4 が設けられている。

## 【 0 0 1 8 】

次に、上記半透過型の液晶表示素子の詳細な構成を製造手順と併せてを以下に説明する。

まず、下側ガラス基板 1 上に第 1 選択反射層 4 を形成する。第 1 選択反射層 4 は、負の屈折率異方性を有し、入射光のうち特定の方向の円偏光（ここでは右円偏光とする）成分の一部、例えば 7 0 % を反射し、残り 3 0 % を透過させる機能を有している。

#### 【 0 0 1 9 】

この第 1 選択反射層 4 は、上記機能を有するものであれば材料を限定しないが、本実施の形態では、紫外線域の光を選択反射する螺旋ピッチを有したコレステリック液晶ポリマー層と、波長 6 0 0 n m の光を選択反射する螺旋ピッチを有したコレステリック液晶ポリマー層と、を連続形成したものをを用いた。

#### 【 0 0 2 0 】

このような構成によれば、界面のインターラクション効果により螺旋ピッチが層内で連続的に変化し、紫外線域から波長 6 0 0 n m の広い範囲の光を表示に利用することが可能な第 1 選択反射層 4 が得られる。上記コレステリック液晶ポリマー層は、スピンコートした後 UV 架橋および熱重合を施す作業を 1 回以上行うことによって形成した。

#### 【 0 0 2 1 】

尚、第 1 選択反射層 4 を形成するに際しては、上側ガラス基板 1 と第 1 選択反射層 4 との間にポリイミドなどによる配向層を設けることもできる。配向層を設けることにより、コレステリック液晶ポリマー層に安定した配向を持たせることができ、損失なく選択反射機能を発揮することが可能となる。

#### 【 0 0 2 2 】

次に、第 1 選択反射層 4 の上にオーバーコート層 5 を介して第 2 選択反射層 6 を形成する。オーバーコート層 5 は、第 1 選択反射層 4 と第 2 選択反射層 6 とを分離するためのものであるが、第 1 選択反射層 4 の上に直接第 2 選択反射層 6 を形成しても第 1 選択反射層 4 の機能を失わない場合には、必ずしも形成する必要はない。

#### 【 0 0 2 3 】

第2選択反射層6は、第1選択反射層4と同様に、特定の方向の円偏光（ここでは右円偏光）成分の一部、例えば70%を反射し、残り30%を透過させる機能を有しているが、正の屈折率異方性を示す材料で形成されている。

## 【0024】

第2選択反射層6は、上記機能を有するものであれば材料を限定しないが、ここでは、波長600nmの光を選択的に反射するピッチでねじれているディスコチック液晶ポリマー層と、赤外線域の光を選択反射するピッチでねじれているディスコチック液晶ポリマー層とを連続形成したものをを用いた。このような構成によれば、界面のインターアクション効果により螺旋ピッチが層内で連続的に変化し、波長600nmから赤外線領域の広い範囲の光を表示に利用することが可能な反射層が得られる。

## 【0025】

尚、本実施の形態では、第1および第2選択反射層4、6の反射波長の領域を上記のように設定したが、これに限定される事はない。例えば、選択反射する波長領域が第1選択反射層4と第2選択反射層6とで本実施の形態の場合と入れ替わっていても構わないし、選択反射する波長領域が重なっていても、また、第1選択反射層4と第2選択反射層6とで全く反射されない波長領域があっても構わない。

## 【0026】

更に、第1および第2選択反射層4、6は、いずれかが選択反射層ではなく、単なる負または正の屈折率異方性を示す層であっても良い。また、第1および第2選択反射層4、6は、その配設位置が入れ替わっても良い。いずれの場合でも、液晶表示素子の利用目的に応じて必要な波長領域の光を選択的に反射し、負および正の屈折率異方性を示す層が、必要であればオーバーコート層を介して積層されていれば良い。

## 【0027】

次に、第2選択反射層6の上に光拡散層7を形成する、光拡散層7は、例えば直径0.01～5 $\mu$ mの粒径の透明体、例えば酸化チタン、を透明な有機物、例としてポリイミド、の中に分散させたものを、スピンコートにより塗布し焼成し

て形成する。透明体および透明な有機物の屈折率や形状、材料、あるいは透明体の粒径と混合する比率などを調整することにより、適当な光散乱特性を有した光拡散層を得ることができる。

#### 【0028】

尚、光拡散層7は、第2選択反射層6の上部に限らず、上側ガラス基板11側に形成されても良いし、あるいは、TACなどのプラスチックフィルム上に形成したものを上側ガラス基板11の外面側に貼り付けてもよい。

#### 【0029】

次に、光拡散層7の上に透明電極8を形成する。透明電極8を形成する方法は、スパッタやスピコートが用いられる。第2選択反射層6、光拡散層7、透明電極8の間には、必要であればオーバーコート層を形成しても良い。

#### 【0030】

上記のように形成された下側ガラス基板1と、通常のTFTプロセスにより液晶駆動用回路10が形成された上側ガラス基板11を用いてセルを組み立て、これらのガラス基板間に液晶注入する。ここでは、液晶層9として負の誘電率異方性を持つn型ネマチック液晶を用い、セルを組み立てる前に配向膜を塗布しラビング処理を行って液晶分子を垂直配向するように形成した。

#### 【0031】

本実施の形態では、液晶モードとして上述のようなVA（バーティカル アライメント）モードを採用したが、p型ネマチック液晶を用いても良いし、ホモジニアスモードやHAN（ハイブリッドアライメントネマティック）モード、IPS（インプレーンスイッチング）モード、その他の液晶モードとしてもよい。

#### 【0032】

続いて、液晶を注入し適当な熱処理を施した後、下側ガラス基板1および上側ガラス基板11の外面に、偏光板2、12、および位相差板3、13をそれぞれ貼付け、液晶駆動用回路10に信号を与えるための図示しない周辺回路、およびバックライトユニット14を取り付けることにより、半透過型の液晶表示素子が完成する。

## 【 0 0 3 3 】

尚、本実施の形態では、T F Tなどを含む液晶駆動用回路 1 0を上側ガラス基板 1 1に形成したが、下側ガラス基板 1に組み込んでも良い。この場合、液晶駆動用回路 1 0を第 1 および第 2 選択反射層 4、6の下側、あるいは第 1 選択反射層 4や第 2 選択反射層 6の層間のいずれかに配置し、第 1 および第 2 選択反射層 4、6の一部または全部を画素サイズにパターニングしても良く、更に、第 2 選択反射層 6の上側に液晶駆動用回路 1 0を形成するようにしてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

また、本実施の形態では、液晶駆動用回路 1 0はカラーフィルタを含めたC O A（カラーフィルタオンーアレイ）構造としたが、カラーフィルタは画素電極やT F Tなどのスイッチング素子と分離して設けても良く、その場合、表示に寄与する光の光路中のどこに配置されていても構わない。

## 【 0 0 3 5 】

次に、上記のように構成された半透過型液晶表示素子の表示原理について説明する。まず、透過型液晶表示素子として使用する場合の表示原理を説明する。

図 2 に示すように、バックライトユニット 1 4 から出射した光は、偏光板 3 および位相差板 2 を通過する。この際、偏光板 3 の吸収軸と位相差板 2 の光軸とが  $45^{\circ}$  の角度をなすように配置し、位相差板のリターデーションを  $\lambda/4$  となるように選ぶことにより、偏光板 3 および位相差板 2 を通過した光は特定方向の円偏光（ここでは右円偏光とする）となる。この右円偏光の光は、第 1 および第 2 選択反射層 4 および 6 により 7 0 % が反射され、3 0 % が透過する。反射および透過する光の偏光状態は右円偏光のままである。この時反射された光は逆に位相差板 2 および偏光板 3 を通過し、バックライトユニット 1 4 で反射され、再び液晶表示素子内へ入射していく。このような過程を繰り返し、最終的にバックライトユニット 1 4 から出射された光の約 5 0 % が第 1 および第 2 選択反射層 4 および 6 を透過する。

## 【 0 0 3 6 】

液晶層 9 に電圧がかけられていない画素（O f f 時）に上記光が入射した場合、液晶層 9 はガラス基板に対して垂直に配列しているため、光をそのまま透過す

る。さらに、位相差板 1 2 および偏光板 1 3 を、偏光板 3 の吸収軸および位相差板 2 の光軸の角度と同じ大きさで逆向きに構成することにより、上記の光は偏光板 1 3 で吸収され、黒表示となる。

## 【 0 0 3 7 】

また、液晶層 9 に電圧がかけられている画素（On 時）に上記光が入射した場合、電圧に応じて液晶が倒れてリタデーションを示すことになり、入射光の偏光状態が変えられるため、偏光板 1 3 で完全には吸収されず、液晶表示素子の外部に出射する。リタデーションがちょうど  $\lambda/2$  となったところで、入射した右円偏光は左円偏光となって、偏光板 1 3 によって吸収されることなく液晶表示素子外部に出射し、通過したカラーフィルタに応じた色となって、使用者に認識される。

## 【 0 0 3 8 】

次に、反射型液晶表示素子としての表示原理を説明する。図 3 に示すように、液晶表示素子の外部から入射した光は、偏光板 1 3 および位相差板 1 2 を通過して、左円偏光となる。液晶層 9 に電圧がかけられていない画素に入射した光は、位相の変調を受けずそのまま第 2 および第 1 選択反射層 6 および 4 に入射する。第 2 および第 1 選択反射層 6 および 4 では、左円偏光は反射されることなく透過し、偏光板 3 によって吸収されるため、黒表示となる。

## 【 0 0 3 9 】

一方、液晶層 9 に電圧がかけられている画素に入射した光は、電圧の大きさに応じたリタデーションを受けて偏光状態が変化し、そのうち右円偏光成分は第 2 および第 1 選択反射層 6 および 4 で 7 0 % が反射され、液晶層 9 で再び左円偏光となって偏光板 1 3 を通過して液晶表示素子外部に出射される。リタデーションがちょうど  $\lambda/2$  となった時には、入射した左円偏光が液晶層 9 を通過することにより完全に右円偏光となり、そのうち 7 0 % が第 2 および第 1 選択反射層 6 および 4 で反射され、明るい表示となる。

## 【 0 0 4 0 】

次に、本実施の形態に係る半透過型液晶表示素子の視角について説明する。一般に、光軸に対して垂直な方向の屈折率を  $n_o$ 、光軸に平行な方向の屈折率を  $n$

eとした時、 $\Delta n = n_e - n_o > 0$ である場合、正の屈折率異方性をもつという。逆に、 $\Delta n = n_e - n_o < 0$ である場合には負の屈折率異方性をもつという。図4（a）に屈折率異方性が正の場合、図4（b）に屈折率異方性が負の場合の概念図をそれぞれ示す。

## 【0041】

今、液晶表示素子を構成する各層に対して、ガラス基板に垂直な方向を光軸とみなし、ガラス基板に垂直な方向の平均屈折率を $n_e$ 、ガラス基板に平行な方向の平均屈折率を $n_o$ と考える。この時、 $\Delta n = n_e - n_o > 0$ である層を、正の屈折率をもつ層と定義する。また、 $\Delta n = n_e - n_o < 0$ である層を、負の屈折率をもつ層と定義する。

## 【0042】

本実施の形態では、第1選択反射層4はコレステリック液晶で構成され、液晶分子の長軸に垂直な方向の屈折率を $n_{chV}$ 、長軸に平行な方向の屈折率を $n_{chP}$ とした時（ $n_{chV} < n_{chP}$ ）、

$$n_e = n_{chV}, n_o = ((n_{chV}^2 + n_{chP}^2) / 2)^{0.5}$$

で表され、第1選択反射層4の屈折率異方性 $\Delta n_{ch}$ は、

$$\begin{aligned} \Delta n_{ch} &= n_e - n_o \\ &= n_{chV} - ((n_{chV}^2 + n_{chP}^2) / 2)^{0.5} < 0 \end{aligned}$$

となって負の屈折率異方性を示す。

## 【0043】

また、第2選択反射層6はディスコチック液晶が垂直配向した状態でねじれている構造を有し、液晶分子の光軸に垂直な方向の屈折率を $n_{dcV}$ 、光軸に平行な方向の屈折率を $n_{dcP}$ とした時（ $n_{dcV} > n_{dcP}$ ）、

$n_e = ((n_{dcV}^2 + n_{dcP}^2) / 2)^{0.5}$ 、 $n_o = n_{dcV}$ であるから、第2選択反射層6の屈折率異方性 $\Delta n_{dc}$ は、

$$\begin{aligned} \Delta n_{dc} &= n_e - n_o \\ &= ((n_{dcV}^2 + n_{dcP}^2) / 2)^{0.5} - n_{dcV} > 0 \end{aligned}$$

となって正の屈折率異方性を示す。

## 【0044】



一方、電圧が印加されていない時、液晶層 8 の液晶分子は垂直に配列しており、液晶分子の長軸に垂直な方向の屈折率を  $n_{lcV}$ 、長軸に平行な方向の屈折率を  $n_{lcP}$  とした時 ( $n_{lcV} < n_{lcP}$ )、

$n_e = n_{lcP}$ 、 $n_o = n_{lcV}$  であり、液晶層 8 の屈折率異方性  $\Delta n_{lc}$  は、 $\Delta n_{lc} = n_e - n_o = n_{lcP} - n_{lcV} > 0$  となっている。

## 【0045】

更に、位相差板 2 および 12、偏光板 3 および 12 も合成すると負の屈折率異方性（それぞれ  $\Delta n_{ph}$ 、 $\Delta n_{pol}$  とする）を持っていると考えることができる。本実施の形態の半透過型液晶表示素子の視角を考える場合、上記の屈折率異方性を全て考慮する必要がある。今、各層の屈折率異方性に層厚を乗じたものを加えた値を  $R_{lcd}$  と定義する。

$$R_{lcd} = \Delta n_{ch} \cdot d_{ch} + \Delta n_{dc} \cdot d_{dc} + \Delta n_{lc} \cdot d_{lc} + \Delta n_{ph} \cdot d_{ph} + \Delta n_{pol} \cdot d_{pol}$$

ただし、選択反射層 4、選択反射層 6、液晶層 8、位相差板 2 および 12、偏光板 3 および 13 の厚さをそれぞれ、 $d_{ch}$ 、 $d_{dc}$ 、 $d_{lc}$ 、 $d_{ph}$ 、 $d_{pol}$  とした。

## 【0046】

ところで、各層に上記のような屈折率異方性がある場合にも、光路が液晶表示素子に垂直な方向となる光に対しては位相差は生じない。すなわち、使用者が液晶表示素子に垂直な方向から観察する場合、 $R_{lcd}$  の値に依らず、上述の表示原理に従った表示を見ることができる。

## 【0047】

使用者が液晶表示素子に垂直な方向から  $\theta$  だけ傾いた方向から液晶表示素子を観察する場合、屈折率異方性は  $\Delta n \times \sin \theta$ 、層の厚みは  $d / \cos \theta$  と大雑把に近似できる。すなわち、リタデーションは  $\Delta n \cdot d \cdot \tan \theta$  である。

## 【0048】

図 5 は、 $\Delta n$  が正の場合に、斜めから見た時の位相差を示している。各層の屈折率の違いによる入射角の違いをほとんどないものと考え、液晶表示素子全

体のリタデーションは、 $R_{lcd} \cdot \tan \theta$ となる。これにより位相差が生じ、液晶表示素子の表示は、垂直方向から見た場合と異なることがある。従って、視角により表示が変化することをできるだけ減らし、見易い表示を得るためには、 $R_{lcd}$ の値はできるだけ小さい方が望ましい。

## 【0049】

一般に、屈折率は波長によって変化するため、屈折率異方性も波長によって値が変化する。従って、 $R_{lcd}$ の値も波長依存性があり、視角を考える上でも波長依存性を考慮するのが理想的である。しかしながら、本実施の形態に係る半透過型液晶表示素子を構成する各要素の屈折率異方性の絶対値は、ほぼ同様の波長依存性を示すため、代表的な波長のみを考えても差し支えない。ここでは簡略化するため、以下、550nmの波長に対する屈折率異方性、リタデーションを取り上げて説明する。

## 【0050】

本実施の形態では、

$$\Delta n_{ch} \cdot d_{ch} = -600 \text{ nm},$$

$$\Delta n_{dc} \cdot d_{dc} = +500 \text{ nm},$$

$$\Delta n_{lc} \cdot d_{lc} = +500 \text{ nm},$$

$$\Delta n_{ph} \cdot d_{ph} = -137 \text{ nm},$$

$$\Delta n_{pol} \cdot d_{pol} = -275 \text{ nm}$$

となるように、各層の材料および厚さを設計した。従って、これらを加えると、

$$R_{lcd} = -12 \text{ nm}$$

となった。

## 【0051】

ところで、半透過型液晶表示素子および反射型液晶表示素子の視角による色および明るさの変化が、表示の見易さにどのような影響を与えるかを知るために、主観評価実験を行った。主観評価実験は、 $R_{lcd}$ の値が異なる複数の液晶表示素子を用意し、50人の被験者に視角を変えた場合の見易さについて、それぞれの液晶表示素子に5段階評価により点数をつけてもらう方法により行った。

## 【0052】

その結果、 $R_{1cd}$ に対する見易さの平均点は、図6のようになった。この図からわかる通り、 $R_{1cd}$ の絶対値が小さければ小さいほど見易い液晶表示素子であると言えるが、 $R_{1cd}$ が50nm以下であれば、許容レベルにあると結論づけられる。

#### 【0053】

本実施の形態では、 $|R_{1cd}| = 12\text{nm}$ であり許容レベルを十分に満足している。従って、視角による表示特性の変化が少なく、非常に見易い液晶表示素子が得られる。

#### 【0054】

なお、この発明は上述した実施の形態に限定されることなく、この発明の範囲内で種々変形可能である。例えば、各層の屈折率異方性および厚さは、上述した実施の形態の値に限らず、液晶表示素子全体として $R_{1cd}$ の絶対値が50nm以下であれば、各層のそれぞれの値を変更してもよい。

#### 【0055】

また、上述した実施の形態では半透過型の液晶表示素子について述べたが、位相差板2、偏光板3、バックライトユニット14を取り除き、第1および第2選択反射層4および6による特定方向の円偏光成分の合計反射率を100%もしくは100%に近いものとするにより、反射型液晶表示素子として構成した場合でも、本発明の効果は同様に発揮される。

#### 【0056】

##### 【発明の効果】

以上の詳述したように、本発明によれば、液晶表示素子を正面から見た場合および斜めから見た場合のいずれでも、明るさや色の変化が少なく見易い反射型液晶表示素子または半透過型液晶表示素子、およびその製造方法を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

この発明の実施の形態に係る半透過型液晶表示素子を示す断面図。

##### 【図2】

上記半透過型液晶表示素子により透過型表示する場合の表示原理を説明するための図。

【図 3】

上記半透過型液晶表示素子により反射型表示する場合の表示原理を説明するための図。

【図 4】

屈折率異方性について説明するための概略図。

【図 5】

正の屈折率異方性をもつ層の視角とリタデーションとについて説明するための図。

【図 6】

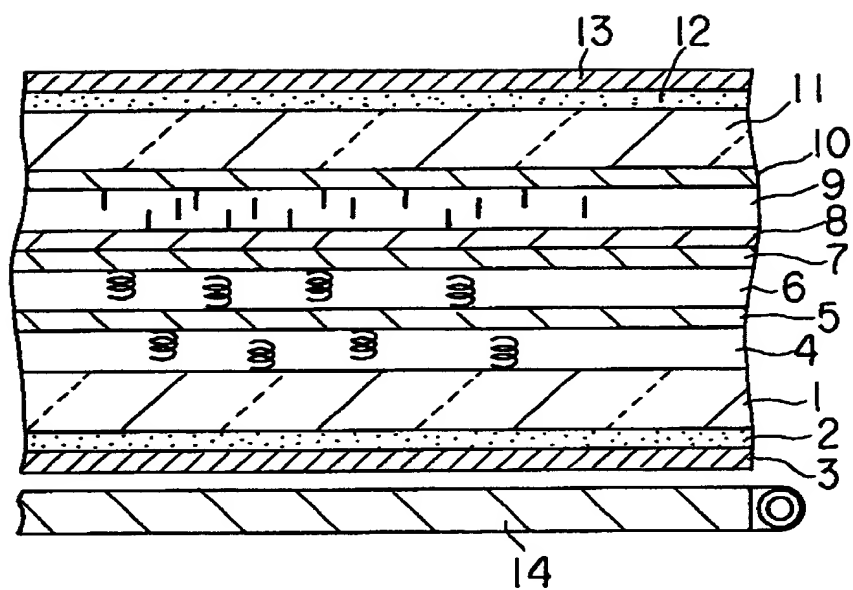
リタデーションと見易さとの関係を主観評価した結果を示す図。

【符号の説明】

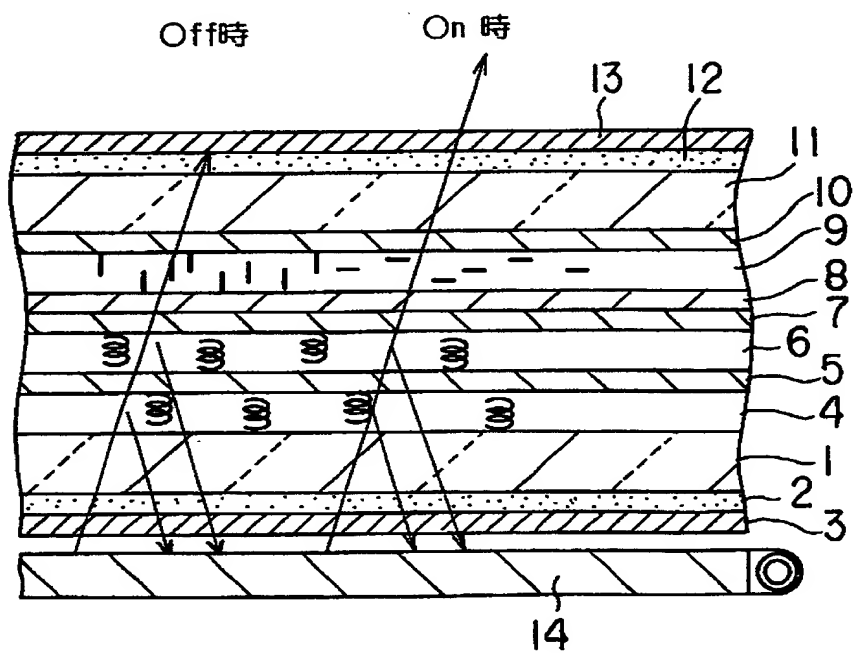
- 1 … 下側ガラス基板
- 2、 1 2 … 位相差板
- 3、 1 3 … 偏光板
- 4 … 第 1 選択反射層
- 5 … オーバーコート層
- 6 … 第 2 選択反射層
- 7 … 光拡散層
- 8 … 透明電極
- 9 … 液晶層
- 1 0 … 液晶駆動用回路
- 1 1 … 上側ガラス基板
- 1 4 … バックライトユニット

【書類名】 図面

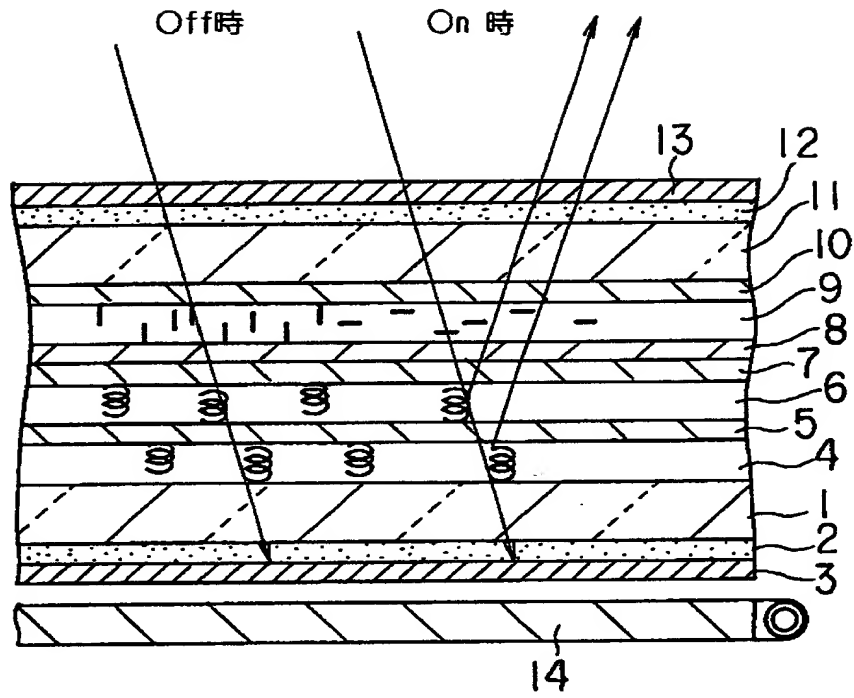
【図 1】



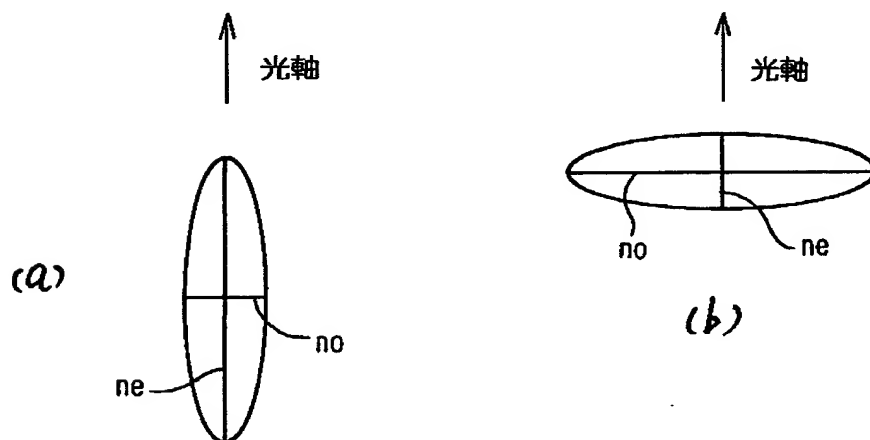
【図 2】



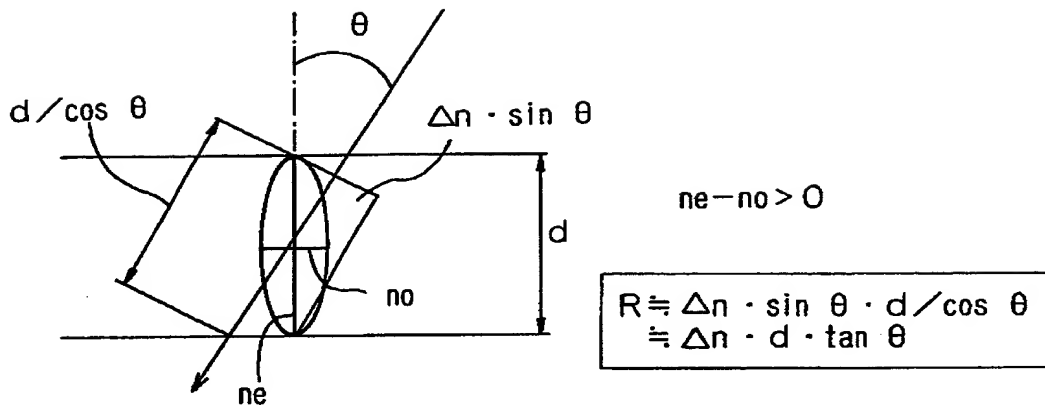
【図 3】



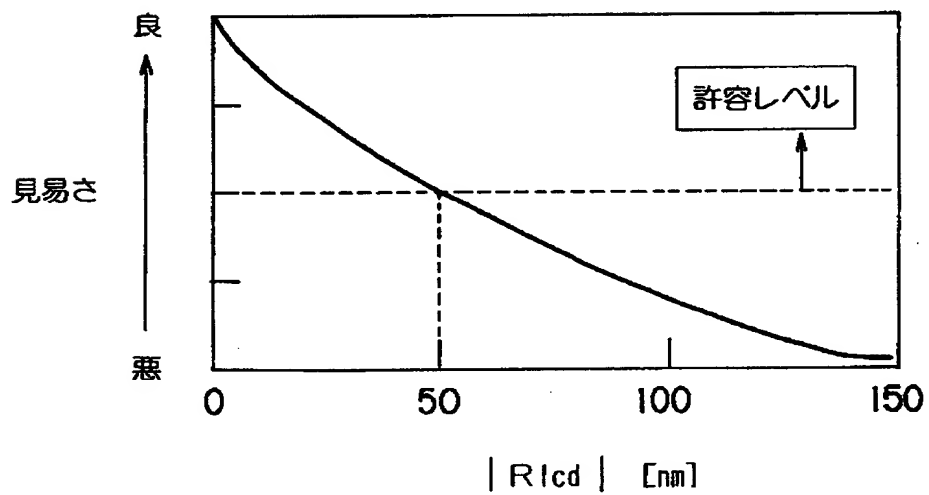
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 視角による表示特性の差が少なく、見易い反射型液晶表示素子または半透過型液晶表示素子、およびその製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 偏光板 3、13 と、位相差板 2、12 と、液晶層 9 と、特定の方向の円偏光の一部または全部を選択的に反射する選択反射層 4、6 とを備え、表示面に垂直な方向の平均屈折率と表示面に平行な方向の平均屈折率との差に厚さを乗じた値を、偏光板と、位相差板と、液晶層と、反射層とについて合計した値の絶対値が、50 nm 以下に設定されている。また、選択反射層は正の屈折率異方性をもつ層と負の屈折率異方性をもつ層から構成されている。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
氏 名 株式会社東芝